

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-31907

(P2000-31907A)

(43)公開日 平成12年1月28日 (2000.1.28)

p.2

(51)Int.Cl.  
H 04 B 10/08  
10/17  
10/16  
17/02

識別記号

F I  
H 04 B 9/00  
17/02  
9/00

テマコード(参考)  
K 5K002  
F 5K042  
D  
J

審査請求 有 請求項の数11 O.L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平10-196033

(22)出願日 平成10年7月10日(1998.7.10)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 米山 賢一

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

(74)代理人 100071526

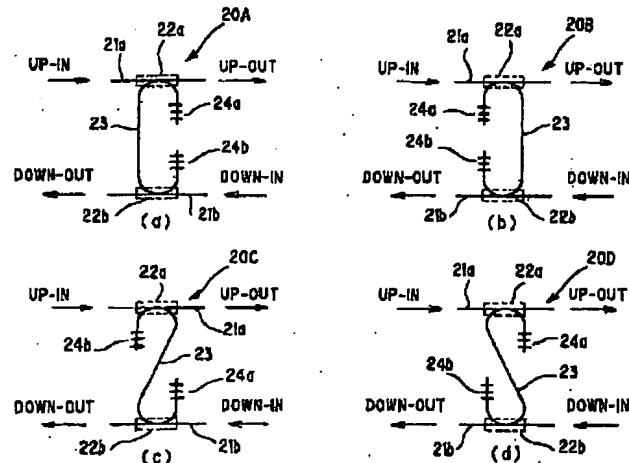
弁理士 平田 忠雄  
Fターム(参考) 5K002 AA06 BA04 BA21 CA13 DA02  
DA04 EA06 FA02  
5K042 AA08 CA10 CA13 CA15 CA16  
CA19 EA04 FA21 JA01 MA01  
MA09

(54)【発明の名称】 監視信号光バイパス回路、これを用いた光増幅中継器、およびその監視方式

(57)【要約】

【課題】 本発明は、光ファイバ伝送路を伝搬する主信号光に影響を与えずに監視信号を伝送できるようにする。

【解決手段】 光端局装置からの主信号光と監視信号光が伝送される上り光ファイバ伝送路31a、下り光ファイバ伝送路31bには光増幅器34a、34bが挿入され、これらを境にして両側に監視信号光バイパス回路32、33が配設される。その構成は、各光ファイバ伝送路に設けた光カプラ32a、32b、光カプラ32aと32bの各出力ポートの各一端とを結ぶ光ファイバ32c、光カプラ32aの出力ポートの他端に接続された光ファイバーグレーティング32d、光カプラ32bの出力ポートの他端に接続された光ファイバーグレーティング32eを備える。光ファイバ伝送路31a上の監視信号光は、監視信号光バイパス回路33により光ファイバ伝送路31bにバイパスされる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第1の光伝送路に設けられた $2 \times 2$ の第1の光カプラと、前記第1の光伝送路とは信号光の流れが逆向きの第2の光伝送路に設けられた $2 \times 2$ の第2の光カプラと、前記第1の光カプラの一方の出力ポートと前記第2の光カプラの一方の出力ポートとを接続した第3の光伝送路と、前記第1の光カプラの他方の出力ポートに設けられ、第1の反射波長を有する第1の反射手段と、前記第2の光カプラの他方の出力ポートに設けられ、第2の反射波長を有する第2の反射手段と、を有することを特徴とする監視信号光バイパス回路。

【請求項 2】 前記第3の光伝送路は、前記第1の反射波長に一致する波長の信号光のみが通過するように接続されていることを特徴とする請求項1記載の監視信号光バイパス回路。

【請求項 3】 前記第3の光伝送路は、前記第1および第2の反射波長のいずれにも一致する波長の信号光のみが通過するように接続されていることを特徴とする請求項1記載の監視信号光バイパス回路。

【請求項 4】 前記第1および第2の反射手段は、光ファイバグレーティングであることを特徴とする請求項1記載の監視信号光バイパス回路。

【請求項 5】 第1の光伝送路に設けられた $2 \times 2$ の第1の光カプラと、前記第1の光伝送路とは信号光の流れが逆向きの第2の光伝送路に設けられた $2 \times 2$ の第2の光カプラと、前記第1の光カプラの一方の出力ポートに設けられ、第1の反射波長を有すると共に無反射終端処理が施された第1の反射手段と、前記第2の光カプラの一方の出力ポートに設けられ、第2の反射波長を有すると共に無反射終端処理が施された第2の反射手段とを備えた第1の監視信号光バイパス回路と、

前記第1の光伝送路に設けられた $2 \times 2$ の第3の光カプラと、前記第2の光伝送路に設けられた $2 \times 2$ の第4の光カプラと、前記第3の光カプラの一方の出力ポートに設けられ、前記第1の反射波長を有すると共に無反射終端処理が施された第3の反射手段と、前記第4の光カプラの一方の出力ポートに設けられ、前記第2の反射波長を有すると共に無反射終端処理が施された第4の反射手段とを備えた第2の監視信号光バイパス回路と、

前記第1の監視信号光バイパス回路と前記第2の監視信号光バイパス回路の間に位置する前記第1および第2の光伝送路のそれぞれに挿入された第1および第2の光増幅器と、

前記第1の光カプラの一方の出力ポートと前記第2の光カプラまたは前記第4の光カプラの一方の出力ポートとを接続する第1の接続手段と、

前記第3の光カプラの一方の出力ポートと前記第4の光カプラまたは前記2の光カプラの一方の出力ポートとを

接続する第2の接続手段と、を有することを特徴とする光増幅中継器。

【請求項 6】 前記第1および第2の接続手段、前記第1乃至第4の反射手段のそれぞれは、光減衰器が設けられていることを特徴とする請求項5記載の光増幅中継器。

【請求項 7】 信号光の送信および受信を行う光端局装置と、前記光端局装置に接続された第1の光伝送路と、前記第1の光伝送路とは逆方向に信号光が伝送される第2の光伝送路と、前記第1および第2の光伝送路のそれぞれを通過する信号光を増幅する一組の光増幅器を有する少なくとも1基の光増幅中継器とを備えた光中継伝送システムにおいて、

前記光端局装置は、主信号光を出力する光送信機と、前記第2の光伝送路からの信号光を受信する光受信機と、監視信号光の送出および受信を行う伝送路監視回路と、前記主信号光と前記監視信号光とを合波して前記第1の光伝送路へ送出する光合波手段と、前記第2の光伝送路から受信した主信号光と監視信号光を分離するための光分離手段とを備え、

前記光増幅中継器は、前記監視信号光の一部を前記第1の光伝送路から前記第2の光伝送路へバイパスさせる監視信号光バイパス回路を備え、

前記光端局装置の前記伝送路監視回路は、前記光増幅中継器の前記監視信号光バイパス回路を経由して前記第2の光伝送路から返送されてくる前記監視信号光を受信し、前記光端局装置より送信した監視信号光と受信した監視信号光の強度振幅、位相、周波数、時間差情報に基づいて前記各光伝送路を監視することを特徴とする監視方式。

【請求項 8】 前記光増幅中継器の前記監視信号光バイパス回路は、前記監視信号光が光ファイバ伝送路を伝搬する際に発生する後方散乱光の一部をバイパスする機能を有することを特徴とする請求項7記載の監視方式。

【請求項 9】 前記監視信号光バイパス回路は、前記第1の光伝送路に設けられた $2 \times 2$ の第1の光カプラと、前記第2の光伝送路に設けられた $2 \times 2$ の第2の光カプラと、

前記第1の光カプラの一方の出力ポートと前記第2の光カプラの一方の出力ポートとを接続した第3の光伝送路と、

前記第1の光カプラの他方の出力ポートに設けられ、第1の反射波長を有する第1の反射手段と、

前記第2の光カプラの他方の出力ポートに設けられ、第2の反射波長を有する第2の反射手段とを有することを特徴とする請求項7記載の監視方式。

【請求項 10】 前記監視信号光バイパス回路は、第1の光伝送路に設けられた $2 \times 2$ の第1の光カプラと、前記第1の光伝送路とは信号光の流れが逆向きの第2の光

伝送路に設けられた $2 \times 2$ の第2の光カプラと、前記第1の光カプラの一方の出力ポートに設けられ、第1の反射波長を有すると共に無反射終端処理が施された第1の反射手段と、前記第2の光カプラの一方の出力ポートに設けられ、第2の反射波長を有すると共に無反射終端処理が施された第2の反射手段とを備えた第1の監視信号光バイパス回路と、

前記第1の光伝送路に設けられた $2 \times 2$ の第3の光カプラと、前記第2の光伝送路に設けられた $2 \times 2$ の第4の光カプラと、前記第3の光カプラの一方の出力ポートに設けられ、前記第1の反射波長を有すると共に無反射終端処理が施された第3の反射手段と、前記第4の光カプラの一方の出力ポートに設けられ、前記第2の反射波長を有すると共に無反射終端処理が施された第4の反射手段とを備えた第2の監視信号光バイパス回路と、

前記第1の監視信号光バイパス回路と前記第2の監視信号光バイパス回路の間に位置する前記第1および第2の光伝送路のそれぞれに挿入された第1および第2の光増幅器と、

前記第1の光カプラの一方の出力ポートと前記第4の光カプラの一方の出力ポートとを接続する第1の接続手段と、

前記第3の光カプラの一方の出力ポートと前記2の光カプラの一方の出力ポートとを接続する第2の接続手段と、を有することを特徴とする請求項7記載の監視方式。

【請求項11】 前記第3の光伝送路、前記第1の接続手段、前記第2の接続手段、前記第1乃至第4の反射手段のそれぞれは、光減衰器が設けられていることを特徴とする請求項9または10記載の監視方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、監視信号光バイパス回路、およびそれを用いた光増幅中継器と光中継伝送システムの監視方式に関し、特に、端局装置からの監視信号光を前記端局装置へ返送するための監視信号光バイパス回路、これを用いた光増幅中継器、およびその監視方式に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 光伝送システムにおいては、信号光の的確な伝搬を保証するために、監視信号光により伝送路も含めて光増幅中継器を端局装置により監視する必要がある。以下に、監視信号光により監視可能な従来の光増幅中継器を示す。

【0003】 図13は、従来の端局装置からの監視信号光により監視が可能な光増幅中継器の第1例を示し、特開平6-204949号公報に記載されている。図14は、図13の光増幅中継器における監視信号光の転送動作を示す。この光増幅中継器1は、上り光ファイバ伝送路9aの入力側から出力側に向かって光増幅器2aおよ

び $2 \times 2$ の光カプラ（2入力および2出力の光カプラをいう）3aが配置され、同様に、下り光ファイバ伝送路9bの入力側から出力側に向かって光増幅器2bおよび光カプラ（ $2 \times 2$ ）3bが配置され、さらに光カプラ3a、3bの間に上り用および下り用の光減衰器4a、4bがループ状に配置された構成となっている。

【0004】 このような構成において、図14の信号光のスペクトラム（縦軸は光強度、横軸は光波長）に示すような4波長多重（ $\lambda_1 \sim \lambda_4$ ）の主信号光と別波長（ $\lambda_{sv}$ ）の監視信号光が、不図示の端局装置から上り光ファイバ伝送路9aに送信された場合について説明する。

【0005】 主信号光および監視信号光は、光増幅器2aで増幅されて光カプラ3aで分岐される。そして、分岐された主信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ および監視信号光 $\lambda_{sv}$ は、光減衰器4aで減衰され、光カプラ3bで下り光ファイバ伝送路9bを伝搬してくる信号光と結合され、主信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ および監視信号光 $\lambda_{sv}$ を発信した端局装置へ返信される。これにより、端局装置の伝送路監視装置は、光増幅中継器1の監視を行うことができる。

【0006】 図15は、従来の端局装置からの監視信号光により監視が可能な示された光増幅中継器の第2例を示し、特開平8-181656号公報に記載がある。図16は、図15の光増幅中継器における監視信号光の転送動作を示す。この光増幅中継器11は、上り光ファイバ伝送路19aの入力側から出力側に向かって光増幅器12aおよび光カプラ（ $2 \times 2$ ）13aが配置され、同様に下り光ファイバ伝送路19bの入力側から出力側に向かって光増幅器12bおよび光カプラ（ $2 \times 2$ ）13bが配置され、さらに光カプラ13a、13bの間に上り用および下り用の光バンドパスフィルタ14a、14bがループ状に配置された構成となっている。

【0007】 このような構成において、図16の信号光のスペクトラム（縦軸は光強度、横軸は光波長）に示すような4波長多重（ $\lambda_1 \sim \lambda_4$ ）の主信号光と別波長（ $\lambda_{sv}$ ）の監視信号光が、不図示の端局装置から上り光ファイバ伝送路19aに送信された場合について説明する。

【0008】 主信号光および監視信号光は、光増幅器12aで増幅されて光カプラ13aで分岐される。そして、分岐された主信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ および監視信号光 $\lambda_{sv}$ は、光バンドパスフィルタ14aにより図16に示す透過率で監視信号光 $\lambda_{sv}$ のみが透過され、光カプラ13bで下り光ファイバ伝送路19bを伝搬してくる信号光と結合され、主信号光 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ および監視信号光 $\lambda_{sv}$ を発信した端局装置へ返信される。これにより、端局装置の伝送路監視装置は、光増幅中継器11の監視を行うことができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、図13に示した従来の光増幅中継器によると、監視信号光と共に主信号光も対向回線に転送されてしまい、転送された主信号光と対向回線を伝搬する主信号光との干渉、転送された主信号光の混入による対向回線の主信号レベルの低下といった主信号劣化の問題が生じる。または、前記の主信号劣化を回避するために折り返し経路の損失を大きく設定するため、折り返される監視信号光のレベルが小さく、伝送路監視装置に高精度な受信回路が必要になる。

【0010】また、図15に示した従来の光増幅中継器によると、監視信号光を光フィルタにより抽出して対向回線に転送しているが、光フィルタは透過帯域を狭くすることが困難なために、隣接する主信号光が漏れて対向回線に転送される。これにより、転送された主信号光と対向回線を伝搬する主信号光との干渉、折り返された主信号光の混入による対向回線の主信号光レベルの低下といった主信号劣化の問題が生じる。または、前記の主信号劣化を回避するために監視信号光の波長を主信号光から遠ざけて配置することが必要になるため、光増幅器の増幅波長帯域を広くしなければならないという問題がある。

【0011】したがって、本発明の目的は、光ファイバ伝送路を伝搬する主信号光に影響を与えることのない監視信号光バイパス回路、これを用いた光増幅中継器、およびその監視方式を提供することにある。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の目的を達成するため、第1の特徴として、第1の光伝送路に設けられた $2 \times 2$ の第1の光カプラと、前記第1の光伝送路とは信号光の流れが逆向きの第2の光伝送路に設けられた $2 \times 2$ の第2の光カプラと、前記第1の光カプラの一方の出力ポートと前記第2の光カプラの一方の出力ポートとを接続した第3の光伝送路と、前記第1の光カプラの他方の出力ポートに設けられ、第1の反射波長を有する第1の反射手段と、前記第2の光カプラの他方の出力ポートに設けられ、第2の反射波長を有する第2の反射手段と、を有することを特徴とする監視信号光バイパス回路を提供することにある。ここで、第3の光伝送路は実施の形態で説明されるものに限らず、第1および第2の光カプラのポートを直接接続しても良い。

【0013】本発明は、上記の目的を達成するため、第2の特徴として、第1の光伝送路に設けられた $2 \times 2$ の第1の光カプラと、前記第1の光伝送路とは信号光の流れが逆向きの第2の光伝送路に設けられた $2 \times 2$ の第2の光カプラと、前記第1の光カプラの一方の出力ポートに設けられ、第1の反射波長を有すると共に無反射終端処理が施された第1の反射手段と、前記第2の光カプラの一方の出力ポートに設けられ、第2の反射波長を有すると共に無反射終端処理が施された第2の反射手段とを備えた第1の監視信号光バイパス回路と、前記第1の光

伝送路に設けられた $2 \times 2$ の第3の光カプラと、前記第2の光伝送路に設けられた $2 \times 2$ の第4の光カプラと、前記第3の光カプラの一方の出力ポートに設けられ、前記第1の反射波長を有すると共に無反射終端処理が施された第3の反射手段と、前記第4の光カプラの一方の出力ポートに設けられ、前記第2の反射波長を有すると共に無反射終端処理が施された第4の反射手段とを備えた第2の監視信号光バイパス回路と、前記第1の監視信号光バイパス回路と前記第2の監視信号光バイパス回路の間に位置する前記第1および第2の光伝送路のそれぞれに挿入された第1および第2の光増幅器と、前記第1の光カプラの一方の出力ポートと前記第2の光カプラまたは前記第4の光カプラの一方の出力ポートとを接続する第1の接続手段と、前記第3の光カプラの一方の出力ポートと前記第4の光カプラまたは前記2の光カプラの一方の出力ポートとを接続する第2の接続手段と、を有することを特徴とする光増幅中継器を提供することにある。

【0014】本発明は、上記の目的を達成するため、第3の特徴として、信号光の送信および受信を行う光端局装置と、前記光端局装置に接続された第1の光伝送路と、前記第1の光伝送路とは逆方向に信号光が伝送される第2の光伝送路と、前記第1および第2の光伝送路の途中に設けられて前記第1および第2の光伝送路のそれぞれを通過する信号光を増幅する一組の光増幅器を有する少なくとも1基の光増幅中継器とを備えた光中継伝送システムにおいて、前記光端局装置は、主信号光を出力する光送信機と、前記第2の光伝送路からの信号光を受信する光受信機と、監視信号光の送出および受信を行う伝送路監視回路と、前記主信号光と前記監視信号光とを合波して前記第1の光伝送路へ送出する光合波手段と、前記第2の光伝送路から受信した主信号光と監視信号光を分離するための光分離手段とを備え、前記光増幅中継器は、前記監視信号光を前記第1の光伝送路から前記第2の光伝送路へバイパスさせる監視信号光バイパス回路を備え、前記光端局装置の前記伝送路監視回路は、前記光増幅中継器の前記監視信号光バイパス回路を経由して前記第2の光伝送路から返送されてくる前記監視信号光を受信し、前記光端局装置より送信した監視信号光と受信した監視信号光の強度振幅、位相、周波数、時間差情報に基づいて前記各光伝送路を監視することを特徴とする監視方式を提供することにある。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面をもとに説明する。図1は本発明による監視信号光バイパス回路の構成例を示す。ここでは、(a)～(d)の4形態の監視信号光バイパス回路が示されている。各監視信号光バイパス回路は、いずれも2個の $2 \times 2$ 光カプラと、2個の光ファイバグレーティングにより構成されている。図中、UPは上りを示し、DOWNは

下りを示している。また、INは入力、OUTは出力を示している。(a)は上り光ファイバ伝送路21aからの監視光入力 $\lambda sv2$ の後方散乱光をバイパスできる回路であり、(b)は下り光ファイバ伝送路21bからの後方散乱光をバイパスできる回路であり、(c)、(d)は光端局装置より伝送されてきた監視信号光 $\lambda sv1$ のみをバイパスする回路である。ここで、監視信号光は、光パルス変調、光強度変調、光周波数変調、光位相変調のいずれかの手段により変調されている。

【0016】図1の(a)に示す監視信号光バイパス回路20Aは、上り光ファイバ伝送路21aの途中に光カプラ22aが設けられ、下り光ファイバ伝送路21bの途中に光カプラ22bが設けられている。光カプラ22aの入力側端と光カプラ22bの出力側端の間には、第3の光伝送路としての光ファイバ23が接続されている。光カプラ22aの出力側端には光ファイバグレーティング24aが接続され、光カプラ22bの出力側端には光ファイバグレーティング24bが接続されている。ここで、光ファイバグレーティング24aは反射波長が監視信号光 $\lambda sv1$ に設定され、光ファイバグレーティング24bは反射波長が監視信号光 $\lambda sv2$ に設定されている。したがって、光ファイバグレーティング24a、24bでは、設定した波長以外の波長の信号光は反射できない。

【0017】図1の(b)に示す監視信号光バイパス回路20Bは、(a)における光ファイバ23と、光ファイバグレーティング24a、24bの配置を逆にした構成になっている。この構成においても、光ファイバグレーティング24aは反射波長が監視信号光 $\lambda sv1$ に設定され、光ファイバグレーティング24bは反射波長が監視信号光 $\lambda sv2$ に設定されている。

【0018】図1の(c)に示す監視信号光バイパス回路20Cは、上り光ファイバ伝送路21a、21bと光カプラ22a、22bの構成は同じであるが、光ファイバグレーティング24aを光カプラ22aの入力側端に接続し、光ファイバグレーティング24bを光カプラ22bの出力側端に接続すると共に、光ファイバ23を光カプラ22a、22bの出力側端の相互間に接続した構成になっている。図1の(d)に示す監視信号光バイパス回路20Dは、図1の(c)における光ファイバ23と、光ファイバグレーティング24a、24bの配置を入力と出力の間で入れ替えた構成になっている。

【0019】図2は図1の構成の監視信号光バイパス回路20A～20Dの監視信号光の経路を示す。(a)の監視信号光バイパス回路20Aにおいて、主信号光 $\lambda 1$ ～ $\lambda 4$ と監視信号光 $\lambda sv1$ が不図示の端局装置から上り光ファイバ伝送路21aに送信されたとすると、光カプラ22aで監視信号光 $\lambda sv1$ が分岐され、光ファイバグレーティング24aに入射して反射した後、光ファイバ23を通して下り光ファイバ伝送路21bに入射し、

さらに下り光ファイバ伝送路21bに抜け、下り光ファイバ伝送路21bの入力側へ伝送される。この監視信号光 $\lambda sv1$ が下り光ファイバ伝送路21bを伝搬する際に生じる後方散乱光は、発信した端局装置へ返信される。

【0020】また、端局装置から発信された監視信号光 $\lambda sv2$ の後方散乱光(監視信号光が光ファイバ伝送路を伝搬する際に生じる)は、光カプラ22aを通過した後、上り光ファイバ伝送路21a内で散乱して逆行し、光カプラ22aで分岐され、光ファイバ23を通して光ファイバグレーティング24bに入り、反射後に下り光ファイバ伝送路21bに抜け発信した端局装置へ返送される。以上により、端局装置の伝送路監視装置は、光バイパス回路の監視を行うことができる。しかも、光ファイバ伝送路を伝搬する主信号光に影響を与えることがない。

【0021】図1の(b)の監視信号光バイパス回路20Bの場合、不図示の端局装置から上り光ファイバ伝送路21aに主信号光と監視信号光 $\lambda sv1$ が送信されると、光カプラ22aを通過して下流に到達した監視信号光 $\lambda sv1$ が散乱して生じた散乱光は上り光ファイバ伝送路21aを戻り、光カプラ22a→光ファイバグレーティング24a→光ファイバ23→光カプラ22b→下り光ファイバ伝送路21bを経て発信した端局装置へ返送される。また、監視信号光 $\lambda sv2$ は、光カプラ22aで分岐し、光ファイバ23→光カプラ22b→光ファイバグレーティング24b→光カプラ22b→光ファイバ伝送路21b(逆方向)→散乱→光ファイバ伝送路21b(順方向)の経路で発信した端局装置へ返信される。以上により、端局装置の伝送路監視装置は、光バイパス回路の監視を行うことができる。しかも、光ファイバ伝送路を伝搬する主信号光に影響を与えることがない。

【0022】図1の(c)の監視信号光バイパス回路20Cの場合、不図示の端局装置から上り光ファイバ伝送路21aに主信号光と監視信号光 $\lambda sv1$ が送信されると、光カプラ22aで監視信号光 $\lambda sv1$ が分岐され、光ファイバ23→光カプラ22b→光ファイバグレーティング24b→光カプラ22b→下り光ファイバ伝送路21b(順方向)の経路をたどり、発信した端局装置へ返送される。以上により、端局装置の伝送路監視装置は、光バイパス回路の監視を行うことができる。しかも、光ファイバ伝送路を伝搬する主信号光に影響を与えることがない。

【0023】次に、図1の(d)の監視信号光バイパス回路20Dの場合、不図示の端局装置から上り光ファイバ伝送路21aに主信号光と監視信号光 $\lambda sv1$ が送信されると、光カプラ22aで監視信号光 $\lambda sv1$ が分岐され、光ファイバグレーティング24a→光カプラ22a→光ファイバ23→光カプラ22b→下り光ファイバ伝送路21b(順方向)の経路により、発信した端局装

置へ返送される。以上により、端局装置の伝送路監視装置は、光バイパス回路の監視を行うことができる。しかも、光ファイバ伝送路を伝搬する主信号光に影響を与えることがない。

【0024】次に、図1に示した監視信号光バイパス回路を用いて構成された本発明の光増幅中継器について説明する。図3は本発明の監視信号バイパス回路を搭載した光増幅中継器の基本構成を示す。図3の光増幅中継器30は、図1の(b)の構成による監視信号光バイパス回路、(a)の構成による監視信号光バイパス回路、および上下の光ファイバ伝送路のそれぞれに設けた光増幅器との組み合わせにより構成されている。

【0025】光増幅中継器30は、上り光ファイバ伝送路31aと下り光ファイバ伝送路31bに介在させて監視信号光バイパス回路32、33が設けられ、この監視信号光バイパス回路32と監視信号光バイパス回路33の間に光増幅器34a、34bが設けられている。光増幅器34aは上り光ファイバ伝送路31aに設けられ、光増幅器34bは下り光ファイバ伝送路31bに設けられている。

【0026】監視信号光バイパス回路32は、上り光ファイバ伝送路31aに設けられた $2 \times 2$ 光カプラ32a、下り光ファイバ伝送路31bに設けられた $2 \times 2$ 光カプラ32b、 $2 \times 2$ 光カプラ32aの一端と32bの一端との間に設けられた光ファイバ32c、 $2 \times 2$ 光カプラ32aの他端に接続された光ファイバーグレーティング32d、 $2 \times 2$ 光カプラ32bの他端に接続された光ファイバーグレーティング32e、光ファイバーグレーティング32dの端部に設けられた無反射終端32f、光ファイバーグレーティング32eの端部に設けられた無反射終端32gより構成される。各無反射終端は、光ファイバーグレーティングを通過した信号光を吸収し、光ファイバーグレーティング側への反射を防止する。

【0027】監視信号光バイパス回路33は、光増幅器34aの出側の上り光ファイバ伝送路31aに設けられた $2 \times 2$ 光カプラ33a、下り光ファイバ伝送路31bに設けられた $2 \times 2$ 光カプラ33b、 $2 \times 2$ 光カプラ33aの一端と33bの一端との間に設けられた光ファイバ33c、 $2 \times 2$ 光カプラ33aの他端に接続された光ファイバーグレーティング33d、 $2 \times 2$ 光カプラ33bの他端に接続された光ファイバーグレーティング33e、光ファイバーグレーティング33dの端部に設けられた無反射終端33f、光ファイバーグレーティング33eの端部に設けられた無反射終端33gより構成される。

【0028】監視光は図2の(a)、(b)で説明したように光増幅器34a、34bの前後でバイパスされ、発信した端局装置へ返送されるので、端局装置の伝送路監視装置による光バイパス回路の監視が可能になる。し

かも、光ファイバ伝送路を伝搬する主信号光に影響を与えることがない。そして、光増幅器34a、34bを通過する主信号光および監視信号光の両方が光増幅器34a、34bにより増幅され、光増幅中継器30としての機能が発揮される。図3の光増幅中継器30は、光伝送システムの1つのデバイスとして用いることができる。以下に、本発明による光ファイバ伝送システムを説明する。

【0029】図4は、本発明の光ファイバ伝送システムの第1の実施の形態を示す。図4の光ファイバ伝送システム40は、上りと下り1組の光ファイバ伝送路41a、41b、これら光ファイバ伝送路41a、41bの両側に接続された光端局装置42a、42b、光増幅中継器30a、30bにより構成されている。光増幅中継器30a、30bは、同一構成であり、図3に示した通りである。光ファイバ伝送路41a、41bおよび光増幅中継器30a、30bは、それぞれ波長の異なる主信号光と監視信号光を共に伝送することができる。光端局装置42a、42bおよび光増幅中継器30a、30bのそれぞれは、監視信号光バイパス回路を備えているが、上り光ファイバ伝送路41aと下り光ファイバ伝送路41bとの間を監視信号光のみが往来できるように設けられている。

【0030】光端局装置42aは、光送信機(OS)43a、光受信機(OR)44a、光合波手段45a、光分離手段(MON)46a、伝送路監視回路47a、および監視信号光バイパス回路48aを備えて構成されている。同様に、光端局装置42bは、光送信機(OS)43b、光受信機(OR)44b、光合波手段45b、光分離手段(MON)46b、伝送路監視回路47b、および監視信号光バイパス回路48bを備えて構成されている。監視信号光バイパス回路48a(48b)は、光合波手段45a(45b)に監視信号光を入光させ、光分離手段46a(46b)から監視信号光を取得する。光合波手段45a(45b)には、光送信機43a(43b)および伝送路監視回路47a(47b)が接続され、光分離手段46a(46b)には、光受信機44a(44b)および光分離手段46a(46b)が接続されている。さらに、光合波手段45a(45b)および光分離手段46a(46b)には、監視信号光バイパス回路48a(48b)が接続され、この監視信号光バイパス回路48a(48b)には光ファイバ伝送路41a、41bが接続されている。

【0031】図5は、図4に示す光ファイバ伝送システム40の光増幅中継器30aにおける波長 $\lambda_{sv1}$ の監視信号光の経路を示す。すなわち、光端局装置42aから光増幅中継器30aに光ファイバ伝送路41aに波長 $\lambda_{sv1}$ の監視信号光を送信した場合の監視動作を示している。光ファイバ伝送路41aを伝送されてきた光信号は、光増幅中継器30a内の上り光増幅器34aで光増

幅され、光ファイバ伝送路41aの光カプラ33a側へ出力される。光ファイバ伝送路41aからは、光カプラ33aを通過した光信号の後方散乱光が光増幅中継器30aに戻り、光カプラ33aで分岐され、下りの光ファイバ伝送路41bにバイパスされる。下り側にバイパスされた光信号の後方散乱光は光カプラ33bを通過した後、光ファイバグレーティング33eにより監視信号光の波長成分のみが反射され、再び光カプラ33bを通過する際に光ファイバ伝送路41bに結合する。これにより、上りの光ファイバ伝送路41aからの監視信号光（波長 $\lambda_{sv1}$ ）の後方散乱光が、光ファイバ伝送路41bを通して光端局装置42aに返送される。これにより、伝送路監視回路47aは、監視信号光バイパス回路33の監視を行うことができる。

【0032】図6は、図4に示す光ファイバ伝送システム40の光増幅中継器30aにおける波長 $\lambda_{sv2}$ の監視信号光の経路を示す。すなわち、図4に示した光増幅中継器30aに光端局装置42aから上りの光ファイバ伝送路41aに波長 $\lambda_{sv2}$ の監視信号光を送信した場合の監視動作を示している。監視信号光 $\lambda_{sv2}$ は、伝送路監視回路47aによって生成され、光端局装置42a内の光合波手段45aによって主信号と合波され、光ファイバ伝送路41aに送信される。光ファイバ伝送路41aを伝送されてきた光信号は、光増幅中継器30a内の光カプラ33aで分岐した後、光ファイバグレーティング33d（反射波長： $\lambda_{sv2}$ ）で監視信号光 $\lambda_{sv2}$ のみが反射され、再び光カプラ33aを通過して下り側の光ファイバ伝送路41bにバイパスされる。バイパスされた監視信号光 $\lambda_{sv2}$ は光カプラ33bによって下りの光ファイバ伝送路41bに結合され、光ファイバ伝送路41bの主信号とは逆の方向に伝搬する。この監視信号光 $\lambda_{sv2}$ が光ファイバ伝送路41bを伝搬する際に発生する後方散乱光は、光ファイバ伝送路41bの主信号と共に光端局装置42aに向かって伝送される。

【0033】ここで、光ファイバグレーティングの反射波長帯域幅は非常に狭い値に設計することが可能なので、監視信号光と主信号光の波長間隔を狭くしても、主信号を十分に除去でき、監視信号光成分のみを下りの光ファイバ伝送路41bに結合することができる。

【0034】光ファイバ伝送路41bから戻ってきた監視信号光 $\lambda_{sv2}$ は光分離手段46aにより主信号光と分離されて、伝送路監視回路47aに入力される。これにより、伝送路監視回路47aでは、送信した監視信号光と受信した監視信号光の強度振幅、位相、周波数、時間差情報に基づいて、光増幅中継器34a、34bおよび光ファイバ伝送路41a、41bの状態が正常か否かを観測することができる。

【0035】光ファイバ伝送路41a、41bからの後方散乱光を観測するには、一般に光パルス変調信号が用いられており、本発明の監視信号光の信号形式としても

同様のものを使用することができる。光パルスの変調形式としては、光強度を変化させるものが主流であるが、光周波数を変化させてコヒーレント検波する方法を用いることもできる。

【0036】図7は、図5および図6に示した経路で観測した光ファイバ伝送システムの観測結果を示す。

(a)は監視信号光の流れを示し、光端局装置42a～42bの間に3基の光増幅中継器(30a、30b、30c)が配設されている。(b)は監視信号光 $\lambda_{sv1}$ の時間変化を示し、(c)は監視信号光 $\lambda_{sv2}$ の時間変化を示している。図7から明らかのように、波長の異なる2つの監視信号( $\lambda_{sv1}$ 、 $\lambda_{sv2}$ )を用いることにより、一方の光端局装置側で上下の光ファイバ伝送路41a、41bの両方を同時に観測することができる。

【0037】次に、本発明による光増幅器の第2の実施の形態について説明する。図8は本発明の監視信号光バイパス回路を有した光増幅中継器の他の実施の形態を示す。図8においては、図3と同一であるものには同一引用数字を用いたので、重複する説明は省略する。図8の光増幅中継器80は、光カプラ32aと光カプラ33bの各一端を光ファイバ81で接続し、光カプラ33aと光カプラ32bの各一端を光ファイバ82で接続し、監視信号光バイパス回路83と84を構成している。

【0038】図9は、図8の光増幅中継器における波長 $\lambda_{sv1}$ の監視信号光の経路を示す。伝送路監視回路47aから送出された監視信号光 $\lambda_{sv1}$ と光送信機43aから送出された主信号光 $\lambda_1$ ～ $\lambda_4$ は、光ファイバ伝送路41aを伝送し、光カプラ32aで分岐される。分岐された監視信号光 $\lambda_{sv1}$ は、光ファイバ81を経て光カプラ33bに達し、さらに光ファイバグレーティング33eで反射した後、光カプラ33bを経て光ファイバ伝送路41bに抜け、光増幅器34bで光増幅された後、光カプラ32bを通過して発信した端局装置へ返送され、伝送路監視回路47aにより光バイパス回路83を監視することができる。

【0039】また、監視信号光 $\lambda_{sv1}$ で監視することにより、光増幅中継器80の上り側の光入力レベルに比例した光強度の監視信号光 $\lambda_{sv1}$ が、光ファイバ伝送路41bを伝搬して光端局装置42aに戻るので、伝送路監視回路47aで受信した監視信号光 $\lambda_{sv1}$ の強度を調べれば、下り側の光増幅器34bへの光入力レベルが適正であるか否かを監視することができる。

【0040】図9の構成において、監視光信号バイパス回路32、33は、光増幅中継器80内に収容しているが、上り光ファイバ伝送路31a、31bの途中に挿入しても良い。

【0041】図10は図8の構成による光増幅中継器80の光バイパス回路84を監視する場合の監視信号光の経路を示す。伝送路監視回路47aから送出された監視信号光 $\lambda_{sv2}$ と光送信機43aから送出された主信号光

( $\lambda 1 \sim \lambda 4$ ) とは、光ファイバ伝送路 4 1 a を伝送して光カプラ 3 2 a および光増幅器 3 4 a を通過して光カプラ 3 3 b に到達し、この光カプラ 3 3 b によって分岐される。主信号光はそのまま光端局装置 4 2 b へ伝送される。分岐された監視信号光  $\lambda sv2$  は、光カプラ 3 3 a → 光ファイバ 8 2 → 光カプラ 3 2 b → 光ファイバ伝送路 4 1 b → 光端局装置 4 2 a の経路をたどり、伝送路監視回路 4 7 a に返送される。この様にして、光バイパス回路 8 4 を監視することができる。

【0042】また、監視信号光  $\lambda sv2$  で監視することにより、光増幅中継器 8 0 の上り側の光出力レベルに比例した光強度の監視信号光  $\lambda sv2$  が、光ファイバ伝送路 4 1 b を伝搬して光端局装置 4 2 a に戻るので、伝送路監視回路 4 7 a で受信した監視信号光  $\lambda sv2$  の強度を調べれば、上り側の光増幅器 3 4 a からの光出力レベルが正常であるか否かを監視することができる。

【0043】図 9 および図 10 に示した様に、本発明の光増幅中継器 8 0 は、監視信号光の波長を変えることによってバイパスする経路を入力側または出力側に変えることができるので、光増幅中継器の光入力レベルまたは光出力レベルを別々に監視することができる。

【0044】図 11 は、図 9 および図 10 に示した経路で観測した光ファイバ伝送システムの観測結果を示す。

(a) は監視信号光の流れを示し、光端局装置 4 2 a ～ 4 2 b の間に 3 基の光増幅中継器 (3 0 a, 3 0 b, 3 0 c) が配設されている。(b) は監視信号光  $\lambda sv1$  の時間変化を示し、(c) は監視信号光  $\lambda sv2$  の時間変化を示している。図 11 から明らかなように、波長の異なる 2 つの監視信号 ( $\lambda sv1$ 、 $\lambda sv2$ ) を用いることにより、上りの光端局装置側から、上り光増幅中継器の光入力レベルと光出力レベルの両方を同時に観測することができる。

【0045】図 12 は本発明の光増幅中継器の第 3 の実施の形態を示す。本実施の形態は、図 3 に示した光増幅中継器 3 0 の監視信号光バイパス回路 3 2, 3 3 の光ファイバおよび光ファイバグレーティングのそれぞれに光減衰器を設け、光増幅中継器 1 0 0 を構成したところに特徴がある。監視信号光バイパス回路 3 2 においては、光ファイバグレーティング 3 2 d と直列に光減衰器 5 1 a、光ファイバ 3 2 c 内に光減衰器 5 1 b、光ファイバグレーティング 3 2 e と直列に光減衰器 5 1 c がそれぞれ設けられている。また、監視信号光バイパス回路 3 3 においては、光ファイバグレーティング 3 3 d と直列に光減衰器 5 2 a、光ファイバ 3 3 c 内に光減衰器 5 2 b、光ファイバグレーティング 3 3 e と直列に光減衰器 5 2 c がそれぞれ設けられている。光減衰器 5 1 a ～ 5 1 c および 5 2 a ～ 5 2 c を設けたことにより、損失量の設定が可能になり、監視信号光のバイパス量を任意に設定することができる。

【0046】上記実施の形態においては、光カプラに

は、一般的に広く知られている光ファイバカプラ等を用いることができる。

【0047】上記実施の形態における光グレーティングとして、光ファイバグレーティングを用いると低損失、高信頼のバイパス回路を実現できる。また、光グレーティングとして、光導波路型を用いることができる。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の監視信号光バイパス回路によれば、光カプラで光信号を分岐し、光反射手段で監視信号光のみを反射して対向回線に合波することで、光ファイバ伝送路を伝搬する主信号光に影響を与えずに、監視信号光を転送することができる。

【0049】また、本発明の光増幅中継器によれば、上り下りの光伝送路のそれぞれに、監視信号光バイパス回路を設け、この監視信号光バイパス回路は、上下 2 個の光カプラと、各出力ポートの一端に光反射手段を設け、光カプラ間にバイパス経路を形成しているので、光ファイバ伝送路を伝搬する主信号光に影響を与えることなく監視が行える。また、主信号を劣化させないので、光増幅器の増幅波長帯域を広くする必要がない。

【0050】さらに、本発明の監視方式によれば、上記した構成の監視信号光バイパス回路を有する光増幅中継器を光伝送路に設けているので、光中継伝送システムにおける監視が、光ファイバ伝送路を伝搬する主信号光に影響を与えることなく行える。

【0051】また、光ファイバグレーティングによる光反射手段は、反射波長帯域を狭くすることができるため、監視信号光を主信号光に隣接させることができ、光増幅中継器の増幅波長帯域が比較的狭くできるという利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による監視信号光バイパス回路の一例を示す接続図である。

【図 2】図 1 の構成の各監視信号光バイパス回路の監視信号光の経路を示す説明図である。

【図 3】本発明の監視信号バイパス回路を搭載した光増幅中継器の基本構成を示す接続図である。

【図 4】本発明の光ファイバ伝送システムの第 1 の実施の形態を示す接続図である。

【図 5】図 4 に示す光ファイバ伝送システムの光増幅中継器における第 1 の監視信号光の経路を示す説明図である。

【図 6】図 4 に示す光ファイバ伝送システムの光増幅中継器における第 2 の監視信号光の経路を示す説明図である。

【図 7】図 5 および図 6 に示した経路で観測した光ファイバ伝送システムの観測結果を示す波形図である。

【図 8】本発明の監視信号光バイパス回路を有した光増幅中継器の第 2 の実施の形態を示す接続図である。

【図 9】図 8 の光増幅中継器における波長  $\lambda sv$

1 の監視信号光の経路を示す説明図である。

【図 10】図 8 の構成による光増幅中継器の光バイパス回路を監視する場合の監視信号光の経路を示す説明図である。

【図 11】図 9 および図 10 に示した経路で観測した光ファイバ伝送システムの観測結果を示す波形図である。

【図 12】本発明の光増幅中継器の第 3 の実施の形態を示す接続図である。

【図 13】端局装置からの監視信号光により監視が可能な従来の光増幅中継器を示す接続図である。

【図 14】図 13 の光増幅中継器における監視信号光の経路を示す説明図である。

【図 15】従来の他の光増幅中継器の構成を示す接続図である。

【図 16】図 15 の光増幅中継器における監視信号光の経路を示す説明図である。

#### 【符号の説明】

1 光増幅中継器

2, 34 a, 34 b 光増幅器

3, 22 a, 22 b, 32 a, 32 b, 33 a, 33 b  
光カプラ

4 光減衰器

5, 24 a, 24 b 光ファイバグレーティング

6 無反射終端

7 監視信号光バイパス回路

8 光端局装置

9, 21 a, 21 b 光ファイバ伝送路

20 A, 20 B, 20 C, 83, 84 監視信号光バイパス回路

23, 32 c, 33 c, 81 光ファイバ

30, 30 a, 30 b, 30 c, 80, 100 光増幅中継器

31 a, 32 b, 41 a, 41 b 光ファイバ伝送路

32, 33, 48 a, 48 b 監視信号光バイパス回路

32 d, 32 e, 33 d, 33 e 光ファイバグレーティング

32 f, 32 g, 33 f, 33 g 無反射終端

40 光ファイバ伝送システム

42 a, 42 b 光端局装置

43 a, 43 b 光送信機 (OS)

44 a, 44 b 光受信機 (OR)

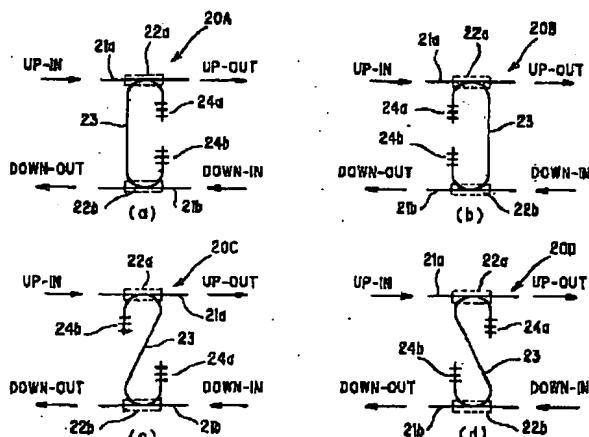
45 a, 45 b 光合波手段

46 a, 46 b 光分離手段 (MON)

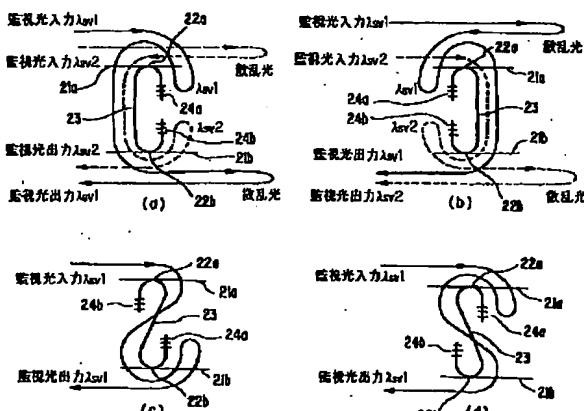
47 a, 47 b 伝送路監視回路

51 a~51 c, 52 a~52 c 光減衰器

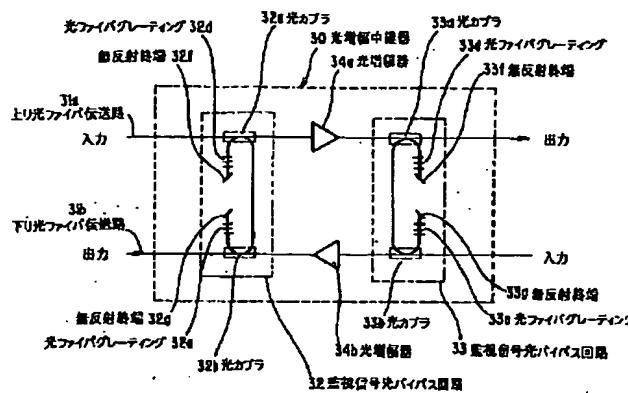
【図 1】



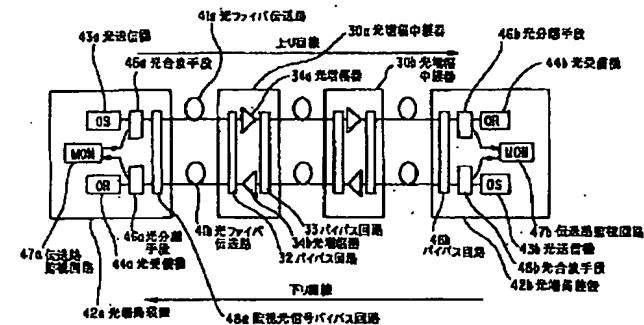
【図 2】



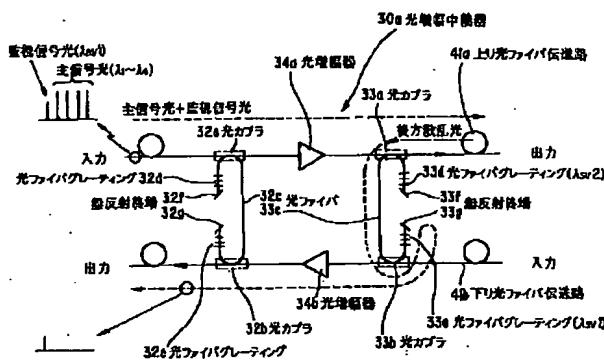
〔図3〕



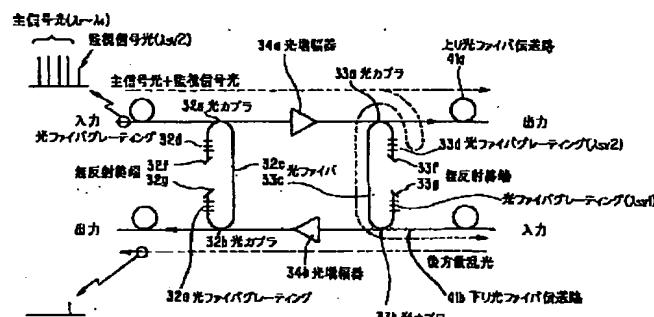
【图4】



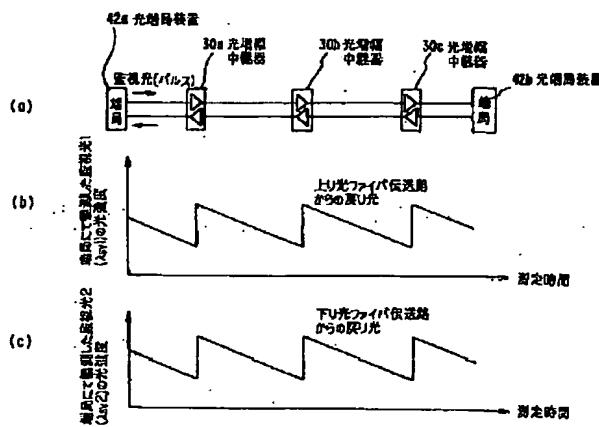
【図5】



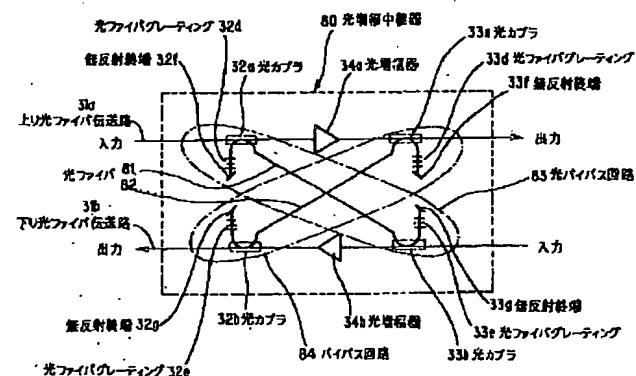
6



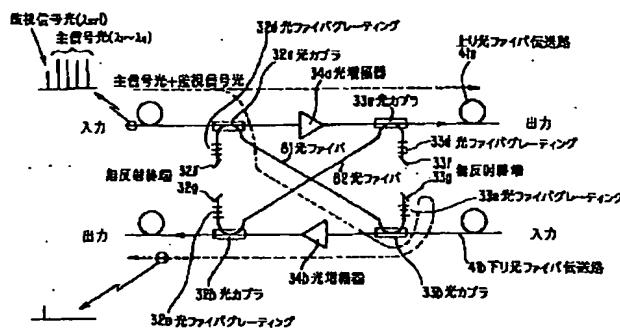
【図7】



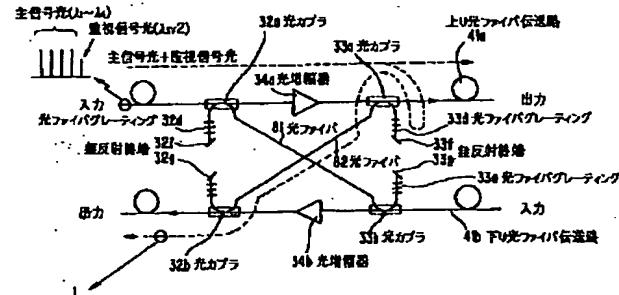
【 8 】



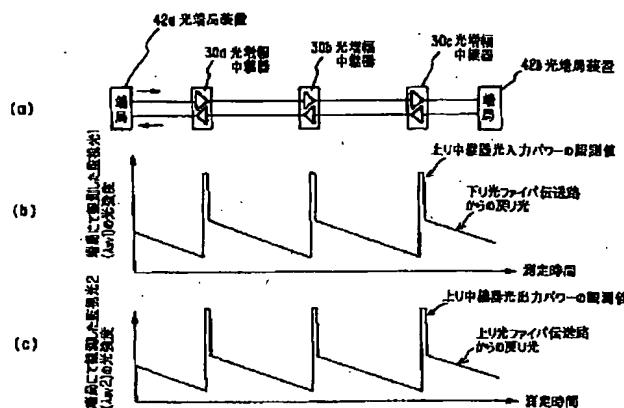
〔図9〕



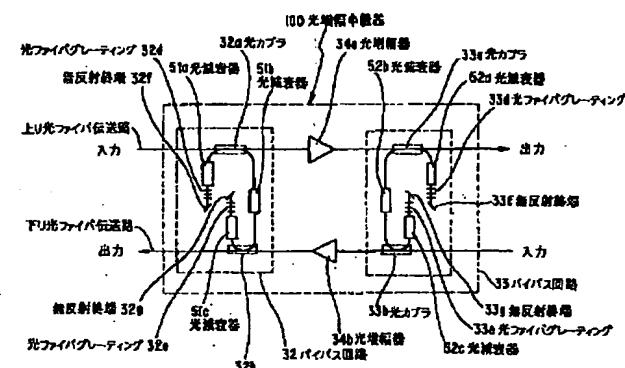
【四】



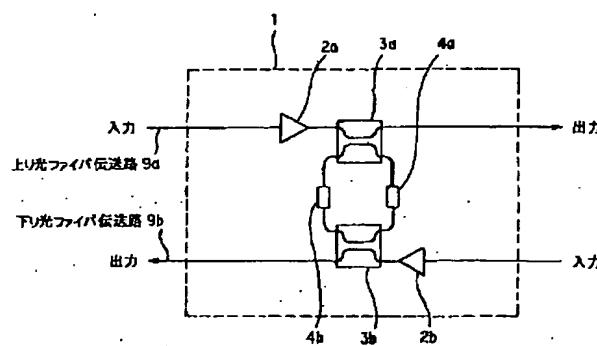
【四 1 1】



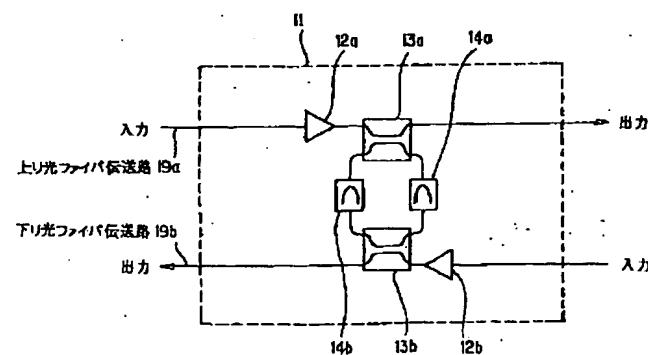
【图 12】



### 【图 13】



【图 15】



【図16】

